

T S6/5/1

6/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

00521818 **Image available**
POSITION DETECTING METHOD

PUB. NO.: 55-009418 [JP 55009418 A]
PUBLISHED: January 23, 1980 (19800123)
INVENTOR(s): SHIMAZU NOBUO
 TAKAMOTO KIICHI
APPLICANT(s): NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT> [000422] (A Japanese
 Company or Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 53-081588 [JP 7881588]
FILED: July 05, 1978 (19780705)
INTL CLASS: [3] H01L-021/30
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 45.4
 (INFORMATION PROCESSING -- Computer Applications)
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R003 (ELECTRON BEAM); R129 (ELECTRONIC
 MATERIALS -- Super High Density Integrated Circuits, LSI & GS
JOURNAL: Section: E, Section No. 3, Vol. 04, No. 36, Pg. 115, March
 26, 1980 (19800326)

ABSTRACT

PURPOSE: To raise scanning cycle of an electron beam up to response frequency of a detector by picking up and detecting outputs coming independently with respect to each axis of coordinates from the detector during mark-scanning by the beam to which rotational motion is given.

CONSTITUTION: A sample having a mark 11 is placed on a table 17 along two crossing axes. A pattern that is symmetrical to the crossing point of the axes is provided on the mark 11. Reflex electrons and the secondary electrons from the sample are detected by a detector 6, and detecting signals are transmitted from gates 13a and 13b only when the beam 2 scans the mark 11 in the X direction and the Y direction respectively. In this case, when the center of the mark is eccentric to the center of the circular motion of the electron beam 2, the outputs from the gates 13a and 13b have a wave pattern in which a long period and short period appear alternately, and frequency analyzers 14a and 14b transmit signals with amplitudes corresponding to the displacements in the X and Y directions respectively. Therefore, response frequency of the detector 6 can exceed frequency of the circular motion of the beam 2.

?

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—9418

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 21/30

識別記号

庁内整理番号
7113—5F

⑬ 公開 昭和55年(1980)1月23日

発明の数 1
審査請求 有

(全 8 頁)

⑭ 位置検出方式

① 特 願 昭53—81588

② 出 願 昭53(1978)7月5日

② 発 明 者 島津信生

武蔵野市緑町3丁目9番11号日

本電信電話公社武蔵野電気通信

研究所内

② 発 明 者 高本喜一

横須賀市武1丁目2356番地日本
電信電話公社横須賀電気通信研
究所内

① 出 願 人 日本電信電話公社

④ 代 理 人 弁理士 山川政樹

明 細 書

1. 発明の名称

位置検出方式

2. 特許請求の範囲

(1) 交差する2軸上に沿つて該交差点に対して対象となるパターンを有するマークを試料面に設け、このマークの各パターンをそれぞれ独立して横切るように電子ビームを回転運動させ、該電子ビームのマーク走査に伴なり反射電子または2次電子を検出する検出器の出力を各軸別に取り出して電子ビームの回転運動周期と同一の周波数成分の振幅値を検出することによつて電子ビームの回転運動中心とマークの中心との変位量を前記2軸方向の成分別に検出することを特徴とする位置検出方式。

(2) 前記電子ビームの回転運動半径を順次小さくして検出することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の位置検出方式。

3. 発明の詳細な説明

本発明は位置検出方式に関し、特に半導体ウエ

ーハ上に設けられたマークの位置を電子ビームを用いて自動的に検出するとともに、上記マーク位置情報に従つて電子ビームの投影位置を自動的にかつ高速高精度に定める電子ビーム露光装置に用いられる位置検出方式に関するものである。

近年、微細加工に関する技術が急速に進み、これによつて超高密度の半導体集積装置が実用化されつつある。この場合、超LSIの製造に際しては、製造工程中における半導体基板の局所的な微小変形までも位置合せ時に問題となる。このために超LSIの製造時には半導体基板上の各半導体素子エリアの周囲に4個のマークをそれぞれ設け、この4個のマークの位置を検出することによつてその半導体素子エリアにおける変形状態(方向および量)を検出し、この変形状態に対応して電子ビームによる直接描画が行なわれている。この場合、通常用いられている4インチ半導体ウエーハにおいて、チップサイズを5mm²とすると、チップ数は約400個になり、これに対して各チップにそれぞれ4個のマークを設けると、マークの総

数は1600個にも達する。このために、超LSIの製造に際しては、マークの高速高精度検出が最も重要な作業となつてきた。

第1図は従来一般に用いられている電子ビーム顕光装置における位置検出装置の一実施例を示し、電子ビームを発生する電子光学系1より送出された電子ビーム2は試料3としての半導体ウエハの投面のマーク4を含む面に照射される。この場合、電子ビーム2は偏光装置5によつて偏光されて試料3の表面が走査され、試料面から電子ビーム2の反射電子および2次電子が発生される。この反射電子および2次電子は検出器6によつて検出されて第2図(a)に示す波形の検出信号DSが出力される。この検出信号DSには、雑音信号成分が多く含まれているために、この検出信号DSをローパスフィルタ7を通すことによつて第2図(b)に示す波形の検出信号DS'を得る。この検出信号DS'は第2図(b)の設定電圧SVと比較し、検出信号DS'が設定電圧SVと交差する瞬間がマーク4の端を電子ビーム2が走査した瞬間であるとしてマーク

4の位置を検出することができる。また、マーク4の位置を確実に知るには、ローパスフィルタから出力される検出信号DS'を微分回路8に供給することによつて検出信号DS'の立上りおよび立下り部分に対応した第2図(c)に示す微分出力Pを取り出し、この微分出力Pを設定電圧±QVでスライスして同直性として取り出すことによつて第2図(d)に示すようにマーク4の端に対応した端部検出信号R1, R2を得る。従つて、この端部検出信号R1, R2間の中点を求めることによつてマーク4の電子ビーム走査方向に対する中心を検出する。この場合、上述した説明では一方向のマーク位置検出であるが、これと直交する方向のマーク位置を知るには、電子ビーム2の走査方向を今までとは90°方向を変えて走査し、その結果を上述したと同様に信号処理すれば良く、これによつて直交するX, Y方向に対するマークの位置を検出することができる。

しかしながら、上記構成による装置では、その位置合せ精度および位置合せ速度に限界があつた。

つまり、マーク位置検出を高速で行なうには電子ビーム2を高速で走査しなければならない。この場合、検出器6が十分に速い応答特性を持たない場合には十分な検出信号DSが得られなくなる。検出信号DSはその形状、特に立上りおよび立下り時に急速に変化しており、従つて検出器6は少なくとも電子ビームの往復走査周波数の数十倍の応答周波数特性が必要となる。このため、電子ビーム2の往復走査周波数は、検出器6の応答周波数の数十分の1以下に定めざるを得ないため、マーク位置検出の高速化には限界がある。一方、前述の如く、検出信号DSにノイズが混入していると、マーク位置検出に誤差が生ずる。この誤差を低減するには、多数回の加算平均化処理を行なう必要がある。ここで、加算平均化処理の回数を少なくするためにローパスフィルタ7および微分回路8を用いてノイズを除去しているわけであるが、ここで注意しなければならないことは、フィルタを用いるとノイズと共に位置情報の一切も常に除去されている点である。つまり、ローパスフィル

タ7でノイズを大きく除去しようとする、カットオフ周波数を小さくしなければならず、その場合には検出信号DSの立上りや立下り時の形状に急峻さを失なうとともに、マーク位置検出時間として少なくともローパスフィルタ7の時定数の数十倍の走査時間を要する。次に微分回路8を併用する場合、微分回路は元来ハイパスフィルタであるために低周波成分が除去されてしまう。従つてローパスフィルタと微分回路8の併用はバンドパスフィルタを構成していることになる。ここで、バンドパスフィルタを効果的に用いるには、バンドパスフィルタの通過帯域周波数をどのような値に設定するかが問題となる。従来、この種の装置では、通過帯域周波数を少なくとも電子ビーム2の往復走査周波数よりも数十倍高く設定しなければならず、このことは微分回路8の出力波形形状からして理解されるところである。

しかしながら、この通過帯域周波数は、ノイズに比較して極めて多くのマーク位置情報を含んでいる周波数帯域を選ぶことが重要である。

第3図は、マークの位置が原点より $0.5\mu\text{m}$ ずれた場合の検出信号を周波数解析したもので $30\mu\text{m}$ 角のマークとビームを用い、ビームの走査中心からのマーク変位が $0.5\mu\text{m}$ あつた場合で、高調波の基本となる周波数はビームの往復走査の周波数を用い、 $0, 2, 4, 6, \dots$ 等の偶数字高調波は変化情報を持たないものとしてグラフには表わしていない。この図より、最も多くのマーク位置情報を含むものは検出信号の中の各周波数成分のうち、電子ビーム2の往復走査信号と同一の周波数の成分であることがわかる。ノイズについては、特に電子ビーム源からのショットノイズのようなものは白色ノイズ、すなわち周波数的には一様な成分を持つノイズが主であると考えられる。従つて検出信号のうち、電子ビーム2の往復走査信号と同じ周波数だけを取り出して、これからマーク位置を検出すれば相対的にS/N比の向上が実現できて有利であり、かつまた、検出器6の応答周波数も電子ビーム2の往復走査周波数と同じもので良いことからこの応答周波数による制限

を強く受けることがないため、これも有利な点となる。しかし、従来のマーク位置検出装置では、第2図(d)に示すパルス信号R1, R2が必要なことから、これは不可能である。また、XとY方向のマーク位置を同時に検出することもできないため、これを行なうためには2倍のマーク位置検出時間が必要となる。従つて、従来からのマーク位置検出装置は、これを用いて高速で高精度なマーク位置検出を実現するには限界があり、高速のもので $0.15\mu\text{sec}$ 程度であるために、前述した1600個のマークをX, Yの2方向に対して検出するには $1600 \times 2 \times 0.15 = 480$ 秒も必要となつてしまう。

本発明はこれらの欠点を除去するために、電子ビームの走査周波数と同じ周波数の検出信号からマーク位置を検出するとともに、マークのX, Y方向における位置を同時に検出するものである。

以下、図面について詳細に説明する。

第4図は本発明による位置検出方式を適用した電子ビーム露光装置における自動位置合せ装置の

一実施例を示すブロック図であつて、第1図と同一部分は同一記号を用いてある。同図において、10a, 10bは後述する偏向信号X, Yに対応して電子ビーム2を偏向するX, Y偏向電極、11は試料3の表面に設けられたマークであつて、このマーク11は第5図に示すように十字状をなしている。12は後述するコンピュータ20から供給される発振制御信号Aによつて動作を開始する基準周波数信号発生器であつて、この基準周波数信号発生器12は基準周波数信号Dと、この基準周波数信号Dと同一周波数でかつ互いに 45° の位相差を有する正弦波信号K1, K2およびゲート制御信号G1, G2を送出する。13a, 13bは検出器6から出力される検出信号DSをゲート制御信号G1, G2に対応して開閉するゲート、14a, 14bはゲート13a, 13bを介して供給される検出信号DSに含まれる基準周波数信号Dと同一周波数成分の振幅値信号C1, C2および位相信号を出力する周波数分析器14a, 14bであつて例えば NF CIRCVIT DESIGN BLOCK CO, LTD 社

製のロックインアンプLI-573を使用すると便利であつて、このロックインアンプは周波数参照用信号(基準周波数信号D)を与えると、入力信号中に含まれる周波数参照用信号Dと同一周波数成分の振幅値と位相を増幅して出力するように構成されている。15a, 15bは周波数分析器14a, 14bから出力される振幅値信号C1, C2の後述する偏向制御回路19への帰還量を設定するフィードバック量設定器、16は振幅値信号C1, C2が基準値Z以下となつた時に設定誤差以内に入つたと判断して位置合せ完了信号Hを出力する比較器、17は試料3を載置して移動するテーブルであつて、このテーブル17は後述するコンピュータ20の出力に対応してX, Y方向に移動する。18は前記テーブル17の移動量を測定するレーザ測長器、19はX, Y偏向電極に偏向信号X, Yを送出する偏向制御回路であつて、この偏向制御回路19は正弦波信号K1, K2に対応して電子ビーム2がリサージュ図形(円)を描くようにX, Y偏向電極10a, 10bに偏向制御信号X,

3720

Y を供給するとともに、フィードバック量設定器 15a, 15b から出力される信号 E, F に対応して X, Y 方向に対する偏向量を制御し、かつ位置合せ完了信号 H によつて円偏向を中止し、その円偏向の中心位置に電子ビーム 2 を照射させる。また、この偏向制御回路 19 は、正弦波信号 K1, K2 が不在状態においては、後述するコンピュータ 20 から供給される信号 B に対応して電子ビーム 2 の移動偏向および描画のための偏向制御を行なう。20 はコンピュータであつて、テーブル 17 の駆動部に信号 I を供給して試料 3 の目的とする位置（目的とするチップエリア）が電子光学系 1 の真下にはば位置するように移動させるとともに、このテーブルの移動量を検出したレーザ測長器 18 の出力を入力してその位置を確認する。また、このコンピュータ 20 は、発振制御信号 A および電子ビームの移動または描画のための電子ビーム偏向制御用の信号 B を出力するとともに、位置合せ完了信号 H の発生時におけるフィードバック量設定器 15a, 15b の出力を入力して無偏向時にお

る電子ビーム照射位置に対するマーク 11 の中心とのずれ量を検出する。

以下、上記構成による自動位置検出装置の動作を詳細に説明する。

まず、テーブル 17 上に試料 3 としてのマーク付きの半導体ウエハを載置し、テーブル 17 と半導体ウエハとの位置合せが完了した状態において、図示しないスタートボタンを操作してコンピュータ 20 を駆動させる。コンピュータ 20 はレーザ測長器 18 の出力信号 J を入力することによつてテーブル 17 の移動量を監視し、制御信号 I をテーブル駆動部に供給してテーブルを移動させることにより半導体ウエハの所望チップエリアを電子工学系のほぼ真下に位置させる。この動作が完了したならば、チップエリアに対するマーク 11 の位置情報、つまりマーク 11 がチップエリアのどの部分（角部、辺の中心部分等）に位置しているかの情報に基づいて制御信号 B を偏向制御回路 19 に供給し、これによつて X, Y 偏向を行なつて電子ビーム 2 を検出しようとするマーク 11

が存在する筈であるとあらかじめ考えられる位置 (X_0, Y_0) に照射させる。このような動作が完了すると、コンピュータ 20 は発振制御信号 A を基準周波数信号発生器 12 に供給して駆動させる。基準周波数信号発生器 12 は、互いに 45° の位相差を有する正弦波信号 K1, K2 を偏向制御回路 19 に供給する。この結果、偏向制御回路 19 は電子ビーム 2 を上述した X_0, Y_0 を中心として X 方向に $X_0 + R \sin \omega t$, Y 方向に $Y_0 + R \cos \omega t$ の偏向を行なう。従つて、電子ビーム 2 はマーク 11 において、第 6 図(a)に示す点 P (X_0, Y_0) を中心として半径 R、角速度 ω で円運動を行なう。また、この円運動の周波数は $\omega/2\pi$ である。一方、基準周波数信号発生器 12 は、正弦波信号 K1, K2 を基準として円運動中の電子ビーム 2 が第 6 図(a)において $\pi/4 \leq \theta < 3\pi/4$ と $5\pi/4 \leq \theta < \frac{7\pi}{4}$ に位置するときにゲート制御信号 G1 を発生し、また $-\pi/4 \leq \theta < \pi/4$ と $3\pi/4 \leq \theta < 5\pi/4$ に電子ビーム 2 が位置するときにゲート制御信号 G2 を発生する。このゲート制御信号 G1, G2 はゲート 13a, 13b に供給

されてゲートが開閉動作を行ない、ゲート 13a からはビーム 2 がマーク 11 を X 方向に走査する期間に検出器 6 から出力される検出信号 D8 のみが出力され、ゲート 13b からはビーム 2 がマーク 11 を Y 方向に走査する期間に検出器 6 から出力される検出信号 D8 のみが出力される。従つて、ゲート 13a, 13b は検出信号 D8 を電子ビーム 2 の X, Y 方向走査期間別に信号を分離していることになる。

この場合、マークの中心が X, Y 方向において X_0, Y_0 と完全に一致している場合において、その X 方向成分のみについて考えてみると、マーク 11 の Y 方向に延在した部分に対して、電子ビーム 2 は第 6 図(b)に波形 21 で示すようにマーク 11 を正弦波状に走査することになり、このマーク部分を走査する期間においてのみ反射電子および 2 次電子の量が第 6 図(b)に波形 22 で示すように急激に増加する。しかし、検出器 6 の応答特性は低いため、検出信号 D8 は第 6 図(b)に波形 23 で示すようになまつた波形でかつ多少遅延された波

形となつてX方向成分に対応した検出信号D8のみがゲート13aから出力される。そして、このゲート13aの出力信号は、周波数分析器14aにおいて、基準周波数信号発生器12から供給される基準周波数信号D、つまり電子ビーム2の回転周波数成分の振幅値信号C1が求められて出力される。しかし、マーク11の中心がX方向においてX0と一致している場合においては、波形23で示すように、第6図(b)に波形21で示す電子ビーム2の回転周期の2倍以上の信号成分のみであつて、電子ビーム2の回転周期 $\omega/2\pi$ と一致する信号成分は全く出力されない。従つて、周波数分析器14aから出力される振幅値信号C1は零となる。また、Y方向成分に対しても上述したと同様になり、周波数分析器14bから出力される振幅値信号C2も零となる。一方、比較器16は周波数分析器14a、14bから出力される振幅値信号C1、C2が共に基準値Z以下になると、位置合せ完了信号Hを発生して偏向制御回路19の円偏向動作を停止させるとともに、コンピュータ20にフィードバック量E、Fを読み込

込められて増大するものであり、電子ビーム2の円走査の半径Rに比較して変位dxが小さい時には、波形27で示す $\omega/2\pi$ なる成分の振幅値が変位dxに比例する。従つて、この $\omega/2\pi$ （円走査周期）なる成分の振幅値を知ることによつて変位量dxを知ることができる。この場合、変位量の測定に際しては、 $\omega/2\pi$ なる成分のみを検出していることとなるために、検出器6の応答周波数は $\omega/2\pi$ 以上であれば良く、従つて、電子ビーム2の走査周期を検出器6の応答周波数まで上げられることになる。このように検出された変位量に対応した値として周波数分析器14aから出力される振幅値信号C1は、フィードバック量設定器15aを介して偏向制御回路19に供給される。偏向制御回路19はフィードバック信号に対応した量だけ円偏向の中心をX方向に $X0+dx$ 変位させる。一方、周波数分析器14bからは、上述したと同様にY方向の変位量dyに対応した振幅値信号C2が出力され、この振幅値信号C2がフィードバック量設定器15bを介して偏向制御回路19に供

ませてずれ量を検出させる。

次に、マーク11の中心が第7図(a)に示すようにX方向にdxなるずれがあつた場合には、第7図(b)にずれのない場合における電子ビーム2の走査波形21に対してずれ量dxだけ下方向にずれた状態の走査波形24となる。この結果、電子ビーム2がマーク11を走査した時に生ずる反射電子および2次電子の発生周期は第7図(b)に波形25で示すように、周期が短くなる部分と長くなる部分が交互に発生されることになり、ゲート13aから出力されるその検出信号D8は第7図(b)に波形26で示すようになる。そして、このゲート13aの出力信号は周波数分析器14aに供給され $\omega/2\pi$ なる周波数成分に対する振幅値信号C1が出力される。この場合、第7図(b)に示す波形26を見ると、周期が短くなつていゝ部分を山とする第7図(b)に波形27で示す $\omega/2\pi$ なる成分が含まれていることがわかる。この波形27の振幅は、波形26の周期が短くなる部分と長くなる部分が極端になるに従つて、つまりずれ量が大きくなる

給されて円偏向の中心をY方向に $Y0+dy$ 変位させる。この結果、電子ビーム2の回転運動の中心はマーク11の中心と一致し、これに伴つて周波数分析器14a、14bから出力される振幅値信号C1、C2も零に近づく。この振幅値信号C1、C2が零に十分近付いて設定値以下になると比較器16から位置合せ完了信号Hが出力される。この位置合せ完了信号Hは、コンピュータ20に供給され、該位置合せ完了信号Hの発生時におけるフィードバック量E、Fを読み込ませて変位量dx、dyを記憶させるとともに、偏向制御回路19の偏向を $R_{\sin}\omega t=0$ 、 $R_{\cos}\omega t=0$ として回転走査を停止させる。

次に、更に高精度の位置検出および位置合せを行なう場合には、電子ビーム2の回転半径Rを小さくして前述の動作を行なえば良い。この場合、回転半径Rが小さくなると、電子ビーム2がマーク11の上を走査している期間が長くなり、かつ位相ずれも大きくなる。つまり、第8図(a)に破線で示したように、Rよりも小さな半径R1で電子

ビーム2が回転運動を行なうと、電子ビーム2はマーク11上を第8図に波形28で示すように走査することになる。この結果、マーク11上を走査することによつて生ずる反射電子または2次電子発生期間は第8図(b)に波形29にB1で示すように長くなり、またマーク11の中心と一致して円運動を行なつた場合における波形30との位相ずれA1も大きくなる。従つて、検出感度は半径Rのほだ2乗に比例して増大する。このために、電子ビーム2の円運動半径Rを順次小さくして位置検出を行なうことにより、より高精度の位置検出が迅速に行なえることになる。例えば1回目の操作でマーク11の中心で精度 $\pm 0.4 \mu m$ で一致させ、2回目に電子ビーム2の円運動半径Rを $1/2$ にして再び同様な操作を行なうことによつて精度 $\pm 0.1 \mu m$ で位置合わせが実現できた。

次、本実施例における性能および各種データを具体的に述べる。検出器6の応答周波数は1MHzであつたため、基準周波数信号発生器12の発振周波数、電子ビーム2の円運動周波数および周波

数解析器14a、14bに供給する基準周波数信号Dは全て1MHzとした。また、周波数解析器14a、14bとしては、前述したロックインアンプを使用し、その終段部におけるローパスフィルタの時点数は125 msecであつた。また、マーク11の幅は $20 \mu m$ 、XとY方向の長さを $100 \mu m$ とし、1回目の操作における電子ビーム2の回転円運動の半径を $70 \mu m$ とし、マーク11の中心のずれは本来の位置から最大 $\pm 30 \mu m$ X、Y方向に変位しても位置合せ可能とした。そして、コンピュータ20から位置合せ開始指令が出されてから0.6 msecで $\pm 0.3 \mu m$ 以内の精度で位置合せが完了した。この場合、位置合せ時間と精度を決定しているのは、ロックインアンプとフィードバック系のゲインであり、このゲインを上げることによつて時間の短縮と精度が上げられる。次に、2回目の位置合せ操作では、電子ビーム2の回転運動半径Rを $35 \mu m$ とした。この場合、感度は第1回目に比較して4倍となる。なお、ノイズは検出精度に影響を与えるが、ランダムノイズに対し

ては検出回数を増加することによつてその回数平方根と反比例して低減する。この場合、2回の位置合せ時間 $0.6 + 0.6 = 1.2 \text{ msec}$ の間には電子ビーム2の回転周期を 0.001 msec とすると1200回の検出が行なわれていると同等になり、 $\frac{1}{346}$ だけノイズによる位置合せ誤差が低減していることになる。

なお、上述した実施例においては、直交する十字状のマークを用いた場合についてのみ説明したが、検出値を補正するものであれば必ずしも直交する必要はなく、例えば第9図に示すように放射状のマークであつても良く、要は交差する2軸上において該交差点に対して対象なパターンを有するものであれば良い。

以上、説明したように本発明は、交差する2軸上において該交差点に対して対象なパターンを有するマークを試料上に設け、このマークの各パターンをそれぞれ独立して検出するように電子ビームを回転運動させ、該電子ビームのマーク走査に伴

なり反射電子または2次電子を検出する検出器の出力を各軸別に取り出して電子ビームの回転運動周期と同一の周波数成分の振幅値を検出することによつて電子ビームの回転運動中心とマークの中心との変位を検出するものであるために、同時にX、Y方向の位置が検出できるとともに、電子ビームの走査周期を検出器の応答周波数まで上げることができ、これに伴つて高速かつ高精度の位置検出が容易に行なえる優れた効果を有する。

4. 図面の簡単な説明

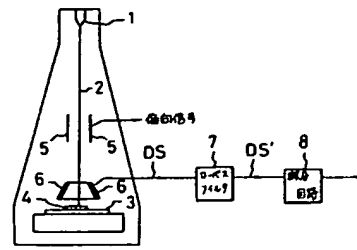
第1図は従来位置検出装置の一例を示すブロック図、第2図は第1図の各部動作波形図、第3図は高調波分布を示す図、第4図は本発明による位相検出方式を示すブロック図、第5図は第4図のマークを示す図、第6図～第8図は第4図の動作を説明するための波形図、第9図はマークの他の例を示す図である。

1・・・電子光学系、2・・・電子ビーム、3・・・試料、6・・・検出器、11・・・マーク、12・・・基準周波数信号発生器、

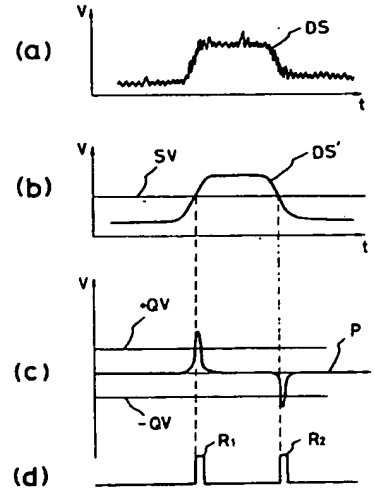
13ゲート、14周波数解析器、
16比較器、17テーブル、18
.レーザ測長器、19偏向制御回
路、20コンピュータ。

特許出願人 日本電信電話公社
代理人 山川 政 樹

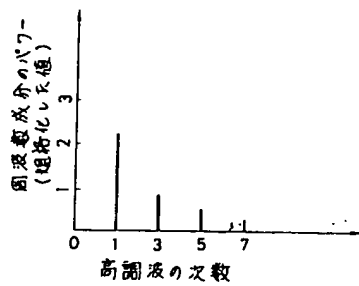
第1図



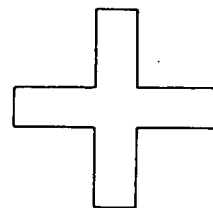
第2図



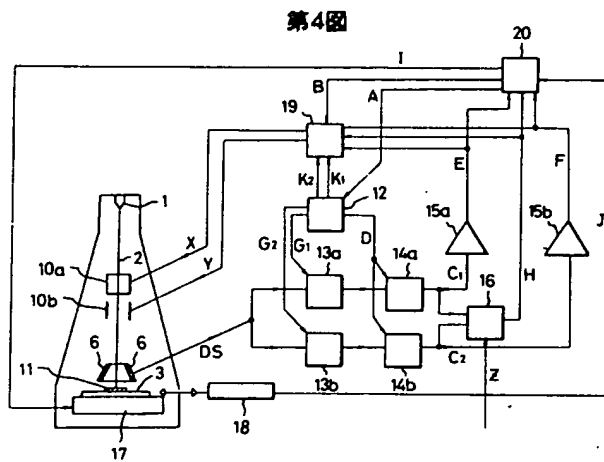
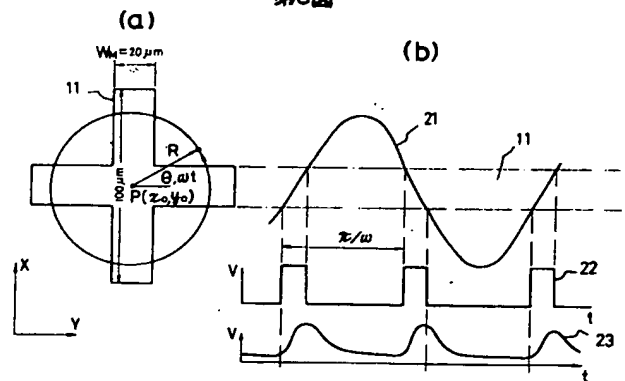
第3図



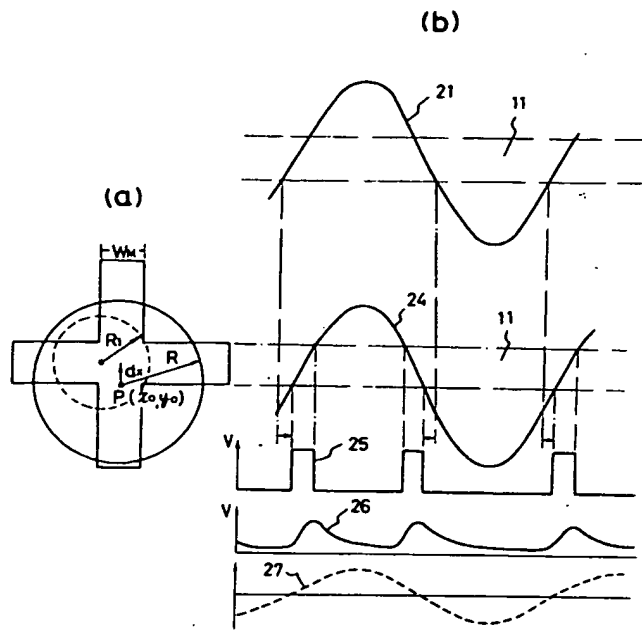
第5図



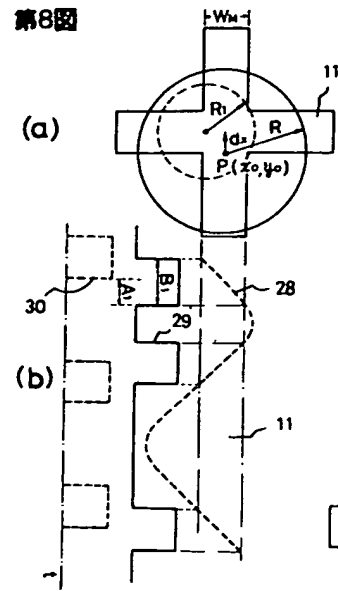
第6図



第7図



第8図



第9図

